

KAJIAN SEDIMEN TRANSPOR DAERAH ALIRAN SUNGAI KRASAK PASCA ERUPSI MERAPI 2010

Gani Rachman Prajoto
ganirachmanp@gmail.com

Suprpto Dibyosaputro
praptodibvo@gmail.com

ABSTRACT

Sediment is the result of erosion process which occurred in a watershed system. Based on the transportation mechanisms, sediment can be divided into two parts; suspended load and bedload. This research aims to find how much load suspension sediment load, bad load and sediment transportation occurred in Krasak Watershed.

This research uses survey methods with mathematic and statistic analysis approach. This technique is used to calculate the large of bad load with Mayer-Peter-Muller formula, the corelation between water level and water flow discharge, and the corelation among water flow debit, suspended load discharge, and total sediment load discharge.

The results research shows that 1) the maximum suspended load discharge reaches 21,52 m³/hari, 2) the maximum bad load discharge of Krasak Watershed is 6,85 m³/hari, 3) the distribution of the average basic material is classified as a middle-class sand, with a grain size of 0.25 mm to 0.50 mm. 4) the total sediment load discharge 21.84 m³/hari with a of ratio equal to T/Qs 2,90 %.

Key words: sediment suspension load, bad load, sedimen transport

ABSTRAK

Sedimen merupakan hasil dari keluaran proses erosi yang terjadi dalam suatu sistem DAS. Berdasarkan mekanisme transportasi, sedimen dapat dibedakan menjadi dua yaitu: sedimen muatan suspensi dan sedimen muatan dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya sedimen muatan suspensi, mengetahui muatan dasar dan sedimen transport yang terjadi di DAS Krasak.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dengan pendekatan analisis secara matematik dan statistik. Teknik tersebut digunakan untuk menghitung besar muatan dasar dengan rumus Mayer-Peter-Muller, hubungan tinggi muka air dengan debit aliran, analisis hubungan debit aliran dengan debit muatan suspensi, dan debit sedimen total.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) Debit sedimen suspensi maksimum mencapai 21,52 m³/hari. 2) Debit sedimen muatan dasar maksimum Sungai Krasak mencapai 6,85 m³/hari. 3) Distribusi material dasar rata-rata masuk dalam klasifikasi kelas pasir menengah, dengan ukuran butir 0,25 mm sampai 0,50 mm. 4) Debit sedimen total Sungai Krasak mencapai besaran 21.84 m³/hari dengan perbandingan T/Qs mencapai 2,90 %.

Kata kunci : sedimen suspensi, muatan dasar, sedimen transport

PENDAHULUAN

Sedimen merupakan hasil dari keluaran proses erosi yang terjadi dalam suatu sistem DAS. Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Asdak (1995) mengemukakan bahwa hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air.

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut: ukuran sedimen yang masuk ke badan sungai/ saluran air, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen. Interaksi dari masing-masing faktor tersebut akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transpor sedimen.

Besarnya transport sedimen yang terjadi di dalam aliran sungai merupakan fungsi dari suplai sedimen. Jadi ketika besarnya energi aliran sungai melampaui besarnya suplai sedimen maka yang akan terjadi adalah degradasi sungai. Pada sebaliknya, saat suplai sedimen lebih besar daripada energi aliran sungai maka akan terjadi aggradasi sungai. Semakin besar muatan suspensi dan muatan dasar yang terbawa oleh debit aliran sungai maka akan semakin besar pula sedimen total yang akan tertransport.

Sungai Krasak merupakan sungai yang menampung dan mengalirkan material sedimen Gunungapi Merapi. Pada waktu hujan turun, endapan sedimen menjadi tidak stabil dan mengalir sebagai aliran lahar dingin masuk ke sungai Krasak yang kemudian masuk ke Sungai Progo dan akhirnya ke Samudera Hindia.

Besarnya pengangkutan sedimen yang terjadi di dalam aliran sungai merupakan fungsi dari pasokan sedimen. Jadi ketika besarnya energi aliran sungai melampaui besarnya pasokan sedimen maka yang akan terjadi adalah degradasi sungai. Sebaliknya, saat pasokan sedimen lebih besar daripada energi aliran sungai maka akan terjadi pendangkalan sungai. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut dapat peneliti rumuskan permasalahan penelitian adalah “berupa besar jumlah sedimen yang terangkut yang dapat mencapai daerah hilir sungai

Perubahan tata guna lahan mengakibatkan ketidak seimbangan angkutan sedimen baik sedimen melayang maupun muatan dasarnya sehingga bisa merubah

karakteristik aliran pada sungai maka untuk menunjang perencanaan, operasional dan pengembangan sumber daya air dibutuhkan data angkutan sedimen yang akurat. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah sedimen muatan suspensi, muatan dasar, dan sedimen total yang terbawa oleh aliran Sungai Krasak pasca erupsi Gunungapi Merapi 2010

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan metode survey. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri tinggi muka air, debit aliran, kemiringan dasar sungai, panjang sungai, kecepatan aliran, pengambilan sampel air, dan pengambilan sampel material sedimen.

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data menggunakan pendekatan analisis secara statistik dan matematik meliputi:

1. Analisis Hubungan Tinggi Muka Air dengan Debit Aliran

Data debit aliran pada berbagai tinggi muka air digunakan untuk membuat grafik hubungan tinggi muka air dengan debit aliran selanjutnya perhitungan nilai konstanta berfungsi untuk menentukan persamaan hubungan tinggi muka air dengan debit aliran.

2. Analisis Hubungan Debit Aliran Dengan Debit Muatan Suspensi

Hubungan antara debit aliran dengan debit muatan suspensi digunakan untuk membuat grafik hubungan debit aliran dengan debit muatan suspensi. Perhitungan nilai konstanta berfungsi untuk menentukan persamaan hubungan Q dengan Q_s . Grafik ini digunakan untuk menganalisis besarnya debit muatan suspensi berdasarkan data debit aliran.

4. Analisis Diameter butir

Analisis diameter butir berfungsi mengelompokkan material sedimen dalam klas ukuran butir yang digunakan dalam menentukan diameter butir rata-rata d_{50} dan d_{90} .

5. Analisis Muatan Sedimen

Rumus muatan dasar yang digunakan adalah rumus muatan dasar yang telah

dikembangkan oleh Mayer-Peter-Muller sebagai berikut (Burgh, 1972 dalam Margiono,1999)

6. Debit Sedimen Total

Perhitungan debit sedimen total diperoleh dari perhitungan muatan suspensi dan muatan dasar sungai. Selanjutnya dapat dihitung debit muatan sedimen total (Q_{st}) yaitu debit muatan suspensi ditambah dengan debit muatan dasar. Perhitungan nilai konstanta berfungsi untuk menentukan persamaan hubungan Q dengan Q_s . Dengan demikian, dapat ditentukan hubungan antara debit aliran (Q) dengan debit sedimen total (Q_{st})

Metode penelitian pada dasarnya merupakan langkah-langkah atau prosedur yang akan dilakukan dalam pengumpulan, pengolahan dan analisis data untuk mendeskripsi pemecahan masalah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Debit Sungai Krasak (Q)

Pengukuran tinggi muka air dan debit aliran dilakukan pada 4 lokasi berbeda yang masing-masing sesuai dengan segmen yang ditentukan. Pemilihan lokasi diharapkan dapat mewakili tiap segmen yang akan diteliti. Dalam melakukan analisis persamaan lengkung aliran membutuhkan dua variabel data yaitu data debit aliran terukur dengan data tinggi muka air saat debit terukur. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi muka air dan perhitungan debit dapat dibuat persamaan umum lengkung aliran untuk setiap segmen. Persamaan umum lengkung aliran adalah:

$$Q = a (h)^b \dots\dots\dots 1$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat persamaan lengkung aliran yang disajikan pada Tabel dibawah ini:

Segmen	Persamaan Debit Muatan Suspensi	
SE-1	$Q = 2,422 h^{0,206}$	$R^2 = 0,917$
SE-2	$Q = 2,024 h^{0,251}$	$R^2 = 0,966$
SE-3	$Q = 3,002 h^{0,185}$	$R^2 = 0,974$
SE-4	$Q = 3,3296 h^{0,134}$	$R^2 = 0,969$

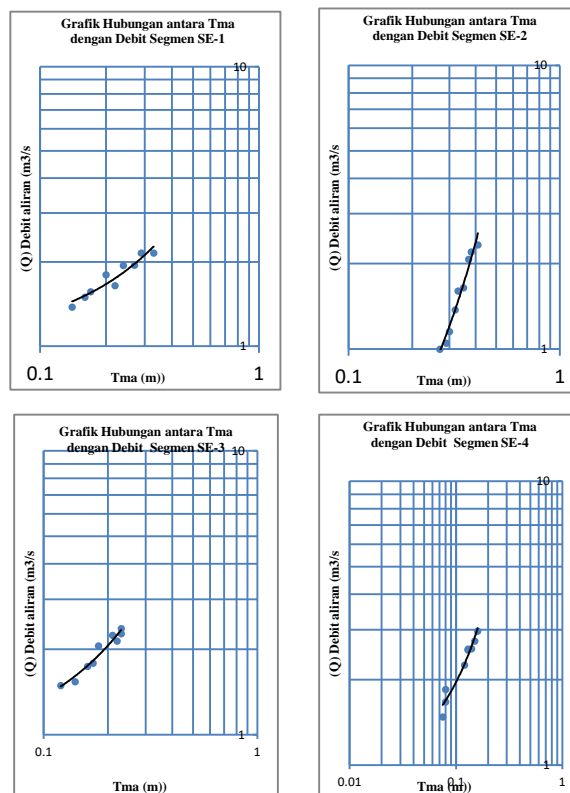
Tabel 1. Persamaan Lengkung Aliran

Berdasarkan persamaan lengkung aliran terlihat bahwa pada setiap segmen, nilai konstanta a memiliki selisih nilai yang kecil. Hal ini karena dari data debit aliran setiap segmen

memiliki debit yang kecil sehingga didapat selisih yang tidak begitu besar. Perbedaan konstanta ini akan mempengaruhi besarnya debit aliran disetiap segmen. Berdasarkan Tabel persamaan lengkung aliran diatas, terlihat bahwa dari segmen 1 paling hulu (SE-1) sampai segmen 2 (SE-2) mengalami penurunan nilai konstanta a .

Penurunan nilai konstanta a menunjukkan pula bahwa debit aliran mengalami penurunan dari segmen 1 (SE-1) sampai segmen 2 (SE-2) . Sedangkan dari segmen 2 (SE-2) sampai segmen paling bawah segmen 4 (SE-4) konstanta a mempunyai nilai yang meningkat. Peningkatan konstanta a menunjukkan bahwa debit aliran mengalami peningkatan dari segmen 2 (SE-2) ke segmen 3 (SE-3) dan juga peningkatan debit aliran dari segmen 3 ke segmen 4 (SE-4). Hubungan Tinggi Muka Air dengan Debit Muatan Suspensi disajikan dalam Gambar: 1.

Gambar 1. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air dengan Debit Aliran



Berdasarkan persamaan lengkung aliran pada tabel persamaan lengkung aliran menunjukkan variasi penurunan dan peningkatan pada setiap segmen dan dapat diduga apabila terjadi kenaikan tinggi muka air dengan ketinggian yang sama, maka debit aliran yang

terukur pada segmen 4 (SE-4) paling besar dibandingkan dengan debit yang terukur pada segmen yang lain. Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan persamaan lengkung aliran adalah kondisi dasar sungai dan kondisi penampang sungai. Segmen 4 (SE-4) merupakan segmen yang memiliki penampang sungai paling lebar.

Nilai determinan dari setiap segmen menunjukkan nilai determinan mendekati satu ($R^2=1$ atau mendekati 1), nilai ini menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam perhitungan persamaan lengkung aliran mempunyai ketelitian tinggi dan hasil perhitungan debit adalah tepat.

2. Muatan Suspensi Sungai Krasak

Debit muatan suspensi merupakan jumlah seluruh muatan suspensi yang melalui suatu penampang dan dinyatakan dalam satuan berat per-waktu. Hasil analisis perhitungan debit muatan suspensi dan debit aliran pada keempat segmen dapat digambarkan diplotkan dengan grafik hubungan muatan suspensi dengan debit aliran yang kemudian dihitung persamaan hubungan antara muatan suspensi dan debit aliran. Persamaan umumnya adalah:

$$Q_s = a Q^b \dots\dots\dots 2$$

Dari hasil perhitungan debit muatan suspensi Sungai Krasak didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Segmen SE-1

Pada segmen SE-1 debit sedimen suspensi terbesar mencapai 19,65 m³/hari. Debit sedimen suspensi maksimum disegmen 1 terjadi pada saat debit aliran 2,15 m³/detik. Debit sedimen suspensi terbesar ini terukur pada tanggal 6 februari 2011. Sedangkan debit sedimen suspensi terkecil mencapai 6,44 m³/hari. Debit sedimen suspensi terkecil terjadi saat debit aliran sebesar 1,38 m³/detik yang terukur pada tanggal 20 januari 2011.

b. Segmen SE-2

Pada segmen SE-2 debit sedimen suspensi (Q_s) terbesar mencapai 19,61 m³/hari terjadi pada saat debit aliran 2,33 m³/detik yang terukur pada tanggal 06 Februari 2011. Sedangkan debit sedimen suspensi terkecil mencapai 5,72 m³/hari terjadi pada saat debit aliran 1,002 m³/detik terukur tanggal 20 Januari 2011

c. Segmen SE-3

Debit sedimen suspensi (Q_s) terbesar yang terukur dilapangan mencapai 20,31 m³/hari yang terangkut oleh aliran sebesar 2,37 m³/detik yang terjadi pada tanggal 06 Febuari 2011. Debit sedimen suspensi terkecil adalah 7,39 m³/hari yang terangkut oleh debit aliran sebesar 1,49 m³/detik pada tanggal 10 maret 2011

d. Segmen SE-4

Pada segmen ini debit sedimen suspensi (Q_s) terbesar adalah 21,36 m³/hari terjadi pada saat debit aliran 2,96 m³/detik yang terukur pada tanggal 27 januari 2011. Debit sedimen suspensi terkecil 8,34 m³/hari terjadi pada saat debit aliran 1,233 m³/detik terukur tanggal 20 Januari 2011

Berdasarkan hasil perhitungan muatan suspensi daiatas didapatkan bahwa jumlah debit sedimen total suspensi DAS Krasak mengalami peningkatan dari daerah hulu ke daerah hilir sungai. Debit sedimen suspensi yang terjadi pada bagian hulu adalah 19,65 m³/hari semakin ke daerah hilir semakin meningkat sampai mencapai 21,36 m³/hari. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan aliran sungai dalam mengangkut muatan suspensi pada waktu debit maksimum akan menghasilkan muatan suspensi maksimum.

Peningkatan muatan suspensi dari daerah hulu ke daerah hilir pada saat yang sama selain dipengaruhi oleh debit aliran, juga dipengaruhi oleh kondisi chekdam sebagai penahan material dalam kondisi penuh sehingga tidak dapat menahan debit sedimen merapi secara optimal. Selain itu juga material merapi pasca erupsi merapi 2010 yang masih banyak terkandung abu vulkanik memperbesar jumlah muatan sedimen yang tersuspensi.

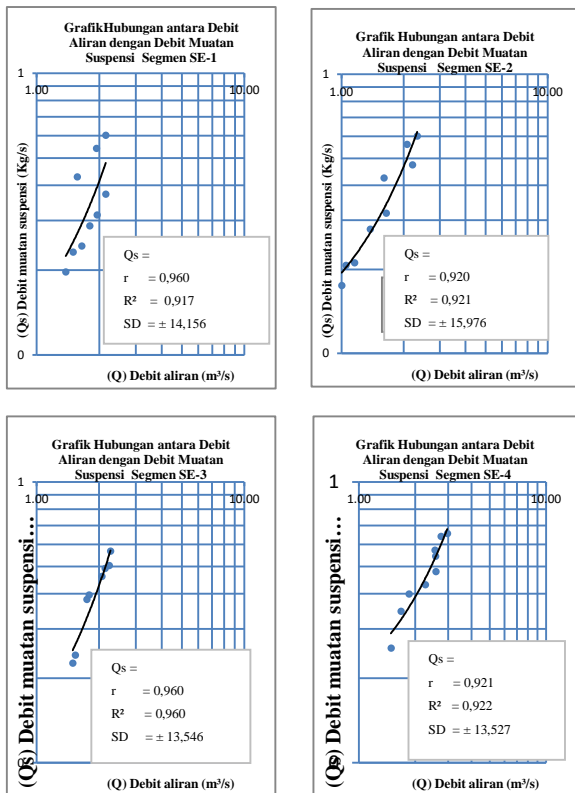
Hubungan antara debit muatan suspensi dengan debit aliran didapatkan persamaan yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persamaan Debit Suspensi

Segmen	Persamaan Debit Muatan Suspensi			
SE - 1	$Q_s = 0,087 Q^{2,365}$	$r = 0,96$	$R^2 = 0,96$	$SD = \pm 14,16$
SE - 2	$Q_s = 0,095 Q^{1,389}$	$r = 0,92$	$R^2 = 0,92$	$SD = \pm 15,98$
SE - 3	$Q_s = 0,110 Q^{1,999}$	$r = 0,96$	$R^2 = 0,96$	$SD = \pm 13,55$
SE - 4	$Q_s = 0,171 Q^{1,232}$	$r = 0,92$	$R^2 = 0,92$	$SD = \pm 13,53$

Grafik Hubungan antara Debit Aliran dengan Debit Muatan Suspensi disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Grafik Hubungan antara Debit Aliran dengan Debit Muatan Suspensi



Hubungan debit dan muatan suspensi mempunyai nilai determinan mendekati satu ($R^2 > 0,90$). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara debit dan muatan suspensi mempunyai tingkat hubungan yang tinggi, dan terbukti juga dari nilai korelasi antara debit muatan suspensi (Q_s) dan debit (Q) yang mendekati satu ($r > 0,90$). Variabilitas data paling besar terdapat pada SE – 2 ($SD = \pm 15,976$) dan paling kecil terdapat pada SE – 4 ($SD = \pm 13,527$). Perbedaan nilai standart deviasi yang tidak terlalu besar pada seluruh segmen menunjukkan bahwa pengukuran debit dan muatan suspensi di Sungai Krasak mempunyai variabilitas data yang hampir sama.

3. Material Dasar

Material dasar sungai merupakan komponen penting dalam penentuan besar kecilnya volume sedimen sungai. Karakteristik material dasar sungai akan sangat mempengaruhi mekanisme transport sedimen. Material dasar sungai terdiri dari kumpulan butir-butir sedimen. Diantara beberapa sifat material dasar sedimen,

Ukuran butir sedimen merupakan salah satu sifat yang paling penting dan banyak

digunakan dalam bidang sedimen. Ukuran butiran sangat mempengaruhi mudah tidaknya serta banyak sedikitnya sedimen yang ditranspor.

Material dasar akan mengalami mekanisme tranport dimana material yang lebih kasar dan padat akan bergerak sepanjang dasar sungai secara mengelinding, bergeser maupun meloncat-loncat karena pengaruh dari aliran turbulensi tetapi selalu kembali ke dasar. Mekanisme transpor dapat berubah karena adanya perubahan kecepatan aliran dari *suspended load* menjadi *bed load* dan sebaliknya.

a. Distribusi butir material dasar

Analisis diameter butir yang digunakan adalah analisis diameter butir rata-rata (d_{50}) dan diameter butir pada persen 90 (D_{90}). Analisis ini yang merupakan salah satu komponen dalam perhitungan besarnya muatan dasar. Berdasarkan pengukuran material dasar dari laboratorium, sampel material dasar yang diambil dari empat segmen di daerah penelitian. Hasilnya Analisis distribusi butir disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Butir Material

Segmen	Parameter	Tanggal Pengukuran		
		20 Jan	27 Jan	6 Feb
SE-1	Q (m ³ /dt)	1,497	1,798	2,151
	d_{50} (mm)	0,5	0,5	0,42
	d_{90} (mm)	4,78	2,6	2,5
SE-2	Q (m ³ /dt)	1,050	1,378	2,206
	d_{50} (mm)	0,38	0,43	0,48
	d_{90} (mm)	2,3	2,8	3
SE-3	Q (m ³ /dt)	1,537	2,38	2,36
	d_{50} (mm)	0,29	0,33	0,5
	d_{90} (mm)	2	3,6	2,8
SE-4	Q (m ³ /dt)	1,671	2,564	2,542
	d_{50} (mm)	0,6	0,51	0,3
	d_{90} (mm)	4,4	4,1	1,7

Variasi material dasar yang terangkut berdasarkan pengukuran di seluruh segmen sungai, diameter butir terkecil 0,074 mm, sedangkan paling besar adalah berupa lebih dari 19 mm, variasi material dasar di Sungai Krasak dapat dikategorikan berukuran pasir sangat halus sampai kerikil menengah.

4. Muatan dasar

Muatan dasar sungai bergerak dalam aliran sungai dengan cara bergulir, meluncur dan meloncat diatas permukaan dasar sungai. Muatan dasar sungai selalu mengalami

pergerakan sehingga permukaan dasar sungai kadang-kadang naik (agradasi) dan kadang-kadang turun (degradasi).

Dalam penelitian ini penentuan besarnya muatan dasar dilakukan dengan menggunakan persamaan Meyer-Peter-Muller, hasilnya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Debit dan Muatan Dasar

Segmen Sungai	Tanggal Pengukuran					
	20 Januari		27 Januari		06 Februari	
	Q (m ³ /dt)	T (m ³ /hari)	Q (m ³ /dt)	T (m ³ /hari)	Q (m ³ /dt)	T (m ³ /hari)
SE-1	1.48	4.60	1.80	4.94	2.09	5.01
SE-2	1.22	2.85	1.54	3.31	2.06	3.97
SE-3	1.59	1.57	2.31	3.05	2.26	3.34
SE-4	1.67	1.46	2.70	2.55	2.51	2.64

Hasil perhitungan muatan dasar menunjukkan bahwa besarnya muatan dasar yang terangkut oleh aliran Sungai Krasak yang terukur di setiap segmen adalah sebagai berikut.

- Hasil dari muatan dasar disetiap segmen sungai mempunyai variasi yang tidak menunjukkan hubungan yang positif yaitu saat semakin besar debit aliran akan semakin besar muatan dasar sungainya. Hal ini disebabkan oleh variasi ukuran material dasar yang terangkut.
- Pembangunan pengendali sedimen mengakibatkan tertahannya material dasar tertahannya material dasar di bagian hulu sungai. Tertahannya material dasar tersebut juga disebabkan oleh perubahan kemiringan dasar sungai yang semakin landai dibagian hulu sungai.
- Perbedaan kemiringan dasar sungai mengakibatkan perbedaan gaya grafitasi material, sehingga debit aliran yang kecil dengan kemiringan sungai yang besar akan mampu mengangkut material dalam jumlah yang lebih besar.

Hasil pengukuran sedimen muatan dasar rerata serta debit rerata saat pengukuran muatan dasar didapatkan bahwa pada segmen SE-1 mempunyai debit rerata yaitu 1,79 m³/dt tetapi memiliki muatan dasar rerata paling besar yaitu 4,85 m³/detik. Sedangkan rerata sedimen muatan dasar paling kecil terukur pada segmen SE-4 yaitu 2,29 m³/detik dengan debit aliran 2,29 m³/dt . Debit Sedimen muatan dasar maksimum yang keluar pada outlet paling hiir DAS Krasak adalah 2,70 m³/detik.

Penurunan besarnya muatan dasar dari bagian hulu segmen SE-1 menuju bagian hilis DAS segmen SE-4 disebabkan oleh keberadaan faktor kemiringan dasar sungai. Dasar sungai yang mempunyai kemiringan lebih landai akan mengakibatkan kecepatan aliran kecil tetapi apabila kemiringan dasar sungai lebih curam maka kecepatan alirannya pun akan meningkat. Peningkatan kecepatan aliran juga akan menambah gaya kinetik aliran menjadi lebih besar dan akan mampu mengangkut material dalam jumlah yang besar.

5. Debit Sedimen Total (Qst)

Sedimen total yang terangkut oleh aliran Sungai Krasak, dan yang terukur pada empat segmen merupakan hasil dari debit muatan suspensi dan muatan dasar yang terangkut oleh debit aliran Sungai Krasak.

Debit sedimen total yang terukur di Sungai Krasak di masing-masing Segmen menunjukkan bahwa sedimen total paling besar terjadi pada saat debit sungai paling besar. Perbedaan besarnya debit sedimen total tiap segmen bergantung dari persentase besarnya muatan dasar dibagi dengan debit muatan suspensi atau T/Qs.

Dapat diketahui bahwa pada waktu pengukuran yang sama, besarnya debit muatan suspensi tidak diikuti oleh besarnya muatan dasar, demikian juga sebaliknya peningkatan besarnya muatan dasar tidak diikuti dengan meningkatnya besarnya debit muatan suspensi. Hasil pengukuran di lapangan sedimen total tertinggi di semua segmen terjadi pada tanggal 6 februari. Adapun analisis debit sedimen total sebagai berikut.

- 1) Segmen SE-1, debit sedimen total maksimum yang terukur di lapangan mencapai 23,80 m³/detik dengan debit muatan suspensi sebesar 19,6 m³/detik, sedangkan muatan dasar 3,91 m³/detik dan T/Qs = 20.5%. Peningkatan persentase T/Qs di segmen SE-1 tidak diikuti dengan bertambahnya debit sedimen total. Persentase antara muatan dasar dan debit suspensi pada segmen SE-1 reratanya adalah 43,00%. yang berarti bahwa sedimen yang terukur didominasi oleh keberadaan material yang mempunyai ukuran halus yaitu muatan suspensi. Besarnya debit muatan suspensi disebabkan perubahan kemiringan dasar sungai yang menurun dan hampir datar

dengan bibir chekdam. Hal tersebut tentunya berpengaruh terhadap kecepatan aliran sehingga tidak mampu membawa material dasar. Penurunan kemiringan dasar sungai juga mengurangi gaya grafitasi material dasar

2) Segmen SE-2 debit sedimen total maksimum terukur sebesar 22,82 m³/detik dengan debit muatan suspensi sebesar 19,56 m³/detik, sedangkan muatan dasarnya adalah 3,26 m³/detik atau T/Qs = 17%. Debit aliran disegmen SE-2 mengalami peningkatan tetapi muatan dasar mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan kemiringan dasar sungai yang lebih landai dan juga lebar penampang sungai yang lebih kecil. Keberadaan material dasar yang terukur di segmen SE-2, diduga merupakan hasil material erupsi yang belum mengalami kompaksi. Pengaruh debit aliran mengakibatkan matrik batuan terlepas, sehingga material dengan ukuran lebih kecil dari gravel terangkut oleh aliran air.

3) Segmen SE-3 debit sedimen total maksimum sebesar 23,15 m³/detik dengan muatan dasar sebesar 2,93 m³/detik atau T/Qs= 14 % dan debit muatan suspensi sebesar 20,21 m³/detik. Penurunan persentase T/Qs tidak disertai dengan penurunan debit sedimen total, hal tersebut karena disebabkan oleh debit aliran kecil. Debit yang lebih besar akan mampu mengangkut muatan suspensi yang banyak. Muatan suspensi tersebut banyak terangkut ke segmen SE-3, sehingga ketika aliran air besar, debit muatan suspensi lebih mendominasi dibanding muatan dasar. Hal ini berbeda ketika debit menjadi kecil, kemampuan pengangkutan muatan suspensi dari hulu juga kecil, akibatnya aliran sungai di segmen Se-3 hanya mengangkut sedimen yang tertinggal di dasar sungai antara segmen SE-2 dan SE-3. Keberadaan material dengan ukuran lebih besar dari lempung dan debu yang telah terangkut oleh debit besar dari hulu dan tertinggal serta terendapkan sementara di tengah sungai. Pada waktu debit menurun material tersebut secara perlahan-lahan terbawa juga sampai di chekdam.

4) Segmen SE-4, debit sedimen total maksimum yang terukur di lapangan sebesar 21,84 m³/detik dengan debit muatan suspensi sebesar 21,19 m³/detik, sedangkan muatan dasar 0,65 m³/detik atau T/Qs = 3 %. Persentase antara muatan dasar dan debit suspensi pada segmen SE-1 reratanya adalah 3,33% yang berarti bahwa sedimen yang terukur masih didominasi oleh keberadaan material yang mempunyai ukuran halus yaitu muatan suspensi. Besarnya debit muatan suspensi disebabkan perubahan kemiringan dasar sungai. Hal ini akan mempengaruhi kecepatan aliran sehingga aliran air tidak mampu membawa material dasar.

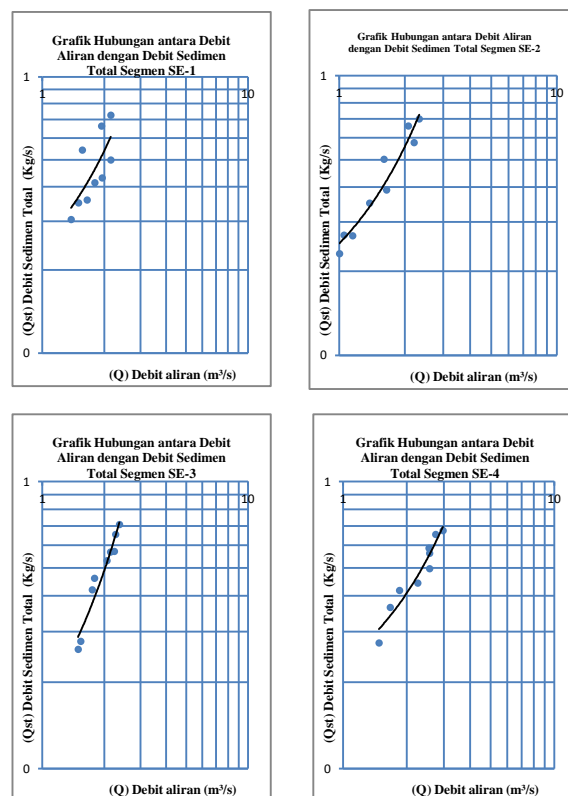
Dari analisis hubungan debit aliran dan debit sedimen didapatkan persamaan Tabel dibawah ini.

Tabel 5. Persamaan Debit Sedimen total

Segmen	Persamaan Debit Muatan Suspensi			
SE - 1	$Q_s = 0,096 Q^{1,182}$	$r = 0,95$	$R^2 = 0,90$	$SD = \pm 14,215$
SE - 2	$Q_s = 0,182 Q^{1,389}$	$r = 0,96$	$R^2 = 0,92$	$SD = \pm 12,411$
SE - 3	$Q_s = 0,110 Q^{1,999}$	$r = 0,98$	$R^2 = 0,96$	$SD = \pm 21,039$
SE - 4	$Q_s = 0,171 Q^{1,233}$	$r = 0,96$	$R^2 = 0,92$	$SD = \pm 13,691$

Grafik Hubungan antara Debit Aliran dengan Debit Sedimen total disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3. Grafik Hubungan antara Debit Aliran dengan Debit Sedimen Total



Hubungan debit aliran dan sedimen total meunjukkan bahwa data kedua variabel tersebut mempunyai nilai determinan mendekati satu ($R^2 > 0,90$). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara debit dan muatan suspensi mempunyai tingkat hubungan yang tinggi, dan terbukti juga dari nilai korelasi antara debit Aliran (Q) dan debit sedimen total (Qst) yang mendekati satu ($r > 0,90$). Variabilitas data paling besar terdapat pada SE – 3 ($SD = \pm 21,039$) dan paling kecil terdapat pada SE – 2 ($SD = \pm 12,411$). Perbedaan nilai standart deviasi yang tidak terlalu besar pada seluruh segmen menunjukkan bahwa pengukuran debit dan debit sedimen total di Sungai Krasak mempunyai variabilitas data yang hampir sama.

Debit sedimen total pada outlet paling bawah mencapai besaran 21,84 m³/hari dengan perbandingan T/Qs 2,90 %. Sedimen total DAS Krasak terdiri dari Sedimen suspensi sebesar 21,19 m³/hari dengan Muatan dasar mencapai 0,65 m³/hari.

KESIMPULAN

1. Debit suspensi maksimum DAS Krasak pada bagian hulu mencapai 19.56 m³/hari semakin kedaerah hilir semakin meningkat mencapai 21.6 m³/hari, hal ini karena kenaikan debit aliran akan diikuti dengan kenaikan sedimen suspensi yang menunjukkan bahwa kemampuan aliran sungai dalam mengangkut muatan suspensi pada waktu debit maksimum akan menghasilkan muatan suspensi maksimum.
2. Distribusi material dasar rata-rata DAS Krasak masuk dalam klasifikasi kelas pasir menengah dengan ukuran butir 0,25 mm sampai 0,50 mm dan variasi material dasar di Sungai Krasak dapat dikategorikan berukuran pasir sangat halus sampai kerikil menengah.
3. Muatan dasar rerata DAS Krasak mengalami penurunan pada bagian hulu yang semula mencapai 3.91 m³/hari semakin kedaerah hilir mengalami penurunan menjadi 0.65 m³/hari. Penurunan besar muatan dasar ini disebabkan faktor kemiringan dasar sungai yang mempengaruhi kecepatan aliran sehingga menambah gaya kinetik aliran menjadi lebih besar dan akan mampu mengangkut material dalam jumlah yang besar.

4. Sedimen total DAS Krasak mengalami peningkatan jumlah sedimen dari daerah hulu yang semula mencapai 41.07 m³/hari semakin kedaerah hilir meningkat menjadi 49.23 m³/hari dengan nilai T/Qs pada setiap segmen dibawah 100% yang menandakan bahwa sedimen yang terukur didominasi oleh keberadaan material yang mempunyai ukuran halus yaitu muatan suspensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Sumaryono. 2002. *Dampak Penanggulangan Bencana Sedimen Terhadap Kelestarian Sumber Daya Air*. Prosiding, Simposium Nasional Pencegahan Bencana Sedimen.
2. Asdak, C. 1995. *Hidrologi Dan Pengelolaan DAS*. Bandung: Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran.
3. Burgh, P. V. D. 1972. *Veld Book of Apllied Hydrology*. New York : Mc Graw-Hill Book Company
4. Chow, Van Te. 1964. *Hand Book of Applied Hidrology*. New York : Mc Graw-Hill Book Company
5. Linsley, R. K. 1985. *Teknik Sumberdaya Air*. Jakarta : Erlangga.
6. Margiono. 1999. Pengaruh Checkdam dan Penambangan Pasir Terhadap Morfologi Sungai Senowo, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. *Tesis*. Fakultas Paskasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
7. Prapto Suharsono, 1998. Model Untuk Penggunaan Muatan Sedimen Tersuspensi Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Disertasi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
8. Seyhan, Ersin. 1979. *Application of Statistical Methodes to Hidrology*. Amsterdam :Intitute of Earth Science Free University.
9. Soewarno,1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*.Bandung: Nova